

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :  
Yosuke MIZUYAMA et al. :  
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**  
Filed October 28, 2003 : Attorney Docket No. 2003\_1558A

SWITCHING APPARATUS, ELECTRIC FIELD  
APPLYING METHOD AND SWITCHING SYSTEM

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

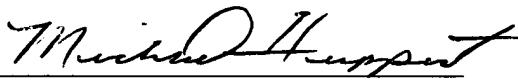
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-313885, filed October 29, 2002, Japanese Patent Application No. 2002-325170, filed November 8, 2002, and Japanese Patent Application No. 2003-343014, filed October 1, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

Certified copies of said Japanese Patent Applications are submitted herewith.

Respectfully submitted,

Yosuke MIZUYAMA et al.

By   
Michael S. Huppert  
Registration No. 40,268  
Attorney for Applicants

MSH/kjf  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
October 28, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 2 9 日  
Date of Application:

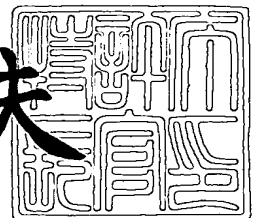
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 1 3 8 8 5  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 1 3 8 8 5 ]

出      願      人                      松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号      出 証 特 2 0 0 3 - 3 0 8 5 7 0 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 2913040576

【提出日】 平成14年10月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01H 59/00  
B81B 7/02

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 水山 洋右

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 松原 正吾

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 堀尾 英明

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチング素子およびその電界印加方法およびスイッチングシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電素子を用いたスイッチング素子において、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることを特徴とする電界印加方法。

【請求項 2】 前記圧電素子が薄膜プロセスによって形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の電界印加方法。

【請求項 3】 前記圧電素子の両端の変位が固定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電界印加方法。

【請求項 4】 圧電素子を用いたスイッチング素子において、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対を含み、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることを特徴とするスイッチング素子。

【請求項 5】 前記圧電素子が薄膜プロセスによって形成されることを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチング素子。

【請求項 6】 前記圧電素子が MgO 基板上に形成されることを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチング素子。

【請求項 7】 前記圧電素子がシリコン基板上に形成されることを特徴とする請求項 4 に記載のスイッチング素子。

【請求項 8】 圧電素子を用いたスイッチングシステムにおいて、圧電素子と、この圧電素子に電界を印加するための複数の電極対と、この電極対に電力を供給するための電気配線と、アンテナと送受信用高周波回路を電氣的に接続させるための電極対と、前記圧電素子と前記高周波回路とを整合するためのカップラーと、を含み、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることを特徴とするスイッチングシステム。

【請求項 9】 前記スイッチングシステムが高周波遮蔽材料によりパッケージン

グされたことを特徴とする請求項 8 に記載のスイッチングシステム。

【請求項 10】 前記高周波遮蔽材料がガラスもしくは熔融シリカからなることを特徴とする請求項 9 に記載のスイッチングシステム。

【請求項 11】 前記圧電素子が薄膜プロセスによって形成されることを特徴とする請求項 8 に記載のスイッチングシステム。

【請求項 12】 前記圧電素子の両端の変位が固定されていることを特徴とする請求項 8 に記載のスイッチングシステム。

【請求項 13】 前記圧電素子が MgO 基板上に形成されることを特徴とする請求項 8 に記載のスイッチング素子。

【請求項 14】 前記圧電素子がシリコン基板上に形成されることを特徴とする請求項 8 に記載のスイッチング素子。

【請求項 15】 圧電素子を用いたスイッチング素子であって、圧電素子と、圧電素子を含む第一の可動部と、第一の可動部と連結する 2 本からなって対をなし、圧電素子を含む第二の可動部と、前記第一の可動部および前記第二の可動部に電界を印加するための複数の電極対とを含み、前記複数の電極のうち、隣り合う電極対における電界が概略反対方向であるように印加されることを特徴とするスイッチング素子。

【請求項 16】 前記第一の可動部が、前記第二の可動部における最大変位部において、第二の可動部と連結することを特徴とする請求項 15 に記載のスイッチング素子。

【請求項 17】 圧電素子を用いたスイッチングシステムであって、圧電素子と、圧電素子を含む第一の可動部と、第一の可動部と連結する 2 本からなって対をなし、圧電素子を含む第二の可動部と、前記第一の可動部および前記第二の可動部に電界を印加するための複数の電極対と、これらの電極対に電力を供給するための電気配線と、アンテナと送受信用高周波回路を電氣的に接続させるための電極対と、前記圧電素子と前記高周波回路とを整合するためのカップラーと、を含み、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることを特徴とするスイッチングシステム。

【請求項 18】前記圧電素子が薄膜プロセスによって形成されることを特徴とする請求項 17 に記載のスイッチングシステム。

【請求項 19】前記圧電素子が MgO 基板上に形成されることを特徴とする請求項 17 に記載のスイッチング素子。

【請求項 20】前記圧電素子がシリコン基板上に形成されることを特徴とする請求項 17 に記載のスイッチング素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スイッチング素子に関し、特にギガヘルツ以上の高い周波数帯域における、挿入損失の少ないスイッチング素子およびその電界印加方法およびスイッチングシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年電気通信システム、特に携帯電話もしくは無線セルラ電話の発展が著しい。たとえば、TDMA方式の通信システムにおいては、アンテナを介してGHz周波数帯域のRF信号の送受信が行われる。これらのシステムにおいては、通常、ひとつのアンテナが、送信段における出力と、受信段の入力のために、交互に使用される。したがって、このようなシステムにおけるスイッチに求められる性能は、接続時の電気抵抗が十分小さいこと、および、切断時の絶縁性が十分高いことである。電気抵抗が十分小さくなければ、ジュール熱による発熱によって挿入損失が生まれ、消費電力が大きくなる。また、絶縁性が低いと送受信の二つの回路の信号が干渉して、ノイズを発生してしまう。

【0003】

従来のスイッチング素子としては、たとえばPINダイオードを用いた電氣的なスイッチングシステムが使われている。ところが、このような半導体スイッチは、RF信号の周波数帯域が大きくなるほど電気抵抗が大きくなり、損失を招くことが分かっている。

【0004】

また、PINダイオードの損失は、実用的な2GHzの周波数において、1から1.5dB程度ある。また、絶縁性は40dB以上が望まれるのに対し、現状のPINでは15～25dB程度と不十分である。そのため、今後、さらに高周波数化していくことが予想されているこの分野の産業において、挿入損失が少なく、絶縁性の高いスイッチング素子が求められていた。

#### 【0005】

そこで、マイクロマシンシステムを用いたスイッチング素子が提案された。この例においてはスイッチングは電氣的ではなく、機械的に行われるため、RF回路とのインピーダンスの整合がなされていれば、高い周波数帯域での損失や絶縁性が半導体スイッチに比較して、大きく改善される（例えば特許文献1を参照）。

#### 【0006】

しかしながら、この例に見られるような静電型のスイッチにおいては、機械的なスイッチングに必要な実用的な変位量をうるためには、数10Vの電圧が必要である。通常、移動電話においては、5V以下の電源が用いられているので、25～100Vの電圧を得るには昇圧器が必要となり、サイズの増大、コストアップを招くという問題があった。

#### 【0007】

そこで、圧電アクチュエータを用いたスイッチが提案された。圧電アクチュエータを用いることにより、静電型よりもはるかに小さな数Vの電圧でスイッチングに必要な変位を得ることができる。この例においては、変位部の一端のみを機械的に拘束し、他端を自由端とする、いわゆる片持ち梁の形態が示されている。

#### 【0008】

しかしながら、このような形態においては、自由端が応力により反ってしまい、スイッチの平面度を損なうという、実用的な完成物を製作する際の課題を有していた（例えば特許文献2，特許文献3を参照）。

#### 【0009】

さらに、上述のような片持ち梁構成の圧電アクチュエータの欠点を改善するために、両持ち梁構成の圧電アクチュエータが自然に導かれるが、この構成におい



ては、可動部の両端が固定されているために、ほとんど変位することができない。そこでこのような両持ち梁構成のアクチュエータの変位特性を改善するために、両端の固定方法に工夫が凝らされているものも見受けられる（例えば非特許文献1を参照）。

#### 【0010】

##### 【特許文献1】

特開2000-348595号公報（第5ページ，図1）

##### 【特許文献2】

特開平11-340702号公報（図2～5）

##### 【特許文献3】

特開2000-348594号公報（図1）

##### 【非特許文献1】

Jpn. J. Appl. Phys. 22, Suppl. 2, 154 (1983)

#### 【0011】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながらこのような方法によって改善される変位量はさほど大きくないし、モーメントを発生させるための、固定端における接点は、ある程度の大きさを必要とし、現実的な試作も困難で、さらにコストアップを招くため、アクチュエータの量産には不向きである。

#### 【0012】

本発明の目的は、上述したような従来の課題を解決するスイッチング素子およびその電界印加方法を提供することである。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

そのため、本発明は、圧電素子を用いたスイッチング素子において、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることを特徴とする電界印加方法を用いる。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

この目的のために、本発明の実施の形態におけるスイッチング素子は、圧電素子を用いたスイッチング素子において、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることによって特徴づけられる。本発明のひとつの形態においては、半導体プロセスにより成膜される P Z T 薄膜に弾性板と電極膜を重ねて成膜したユニモルフ型の圧電アクチュエータによってスイッチの主要部分が形成される。電極に電位差を与えることにより、P Z T 薄膜はその電界に応じて応力を発生する。発生した応力によりアクチュエータがどのように変位するかは、圧電素子の弾性定数、圧電定数、および弾性板の弾性定数、そして、アクチュエータにおける変位に対する境界条件によって異なる。本発明の好適な実施の形態を示すために、たとえば、次式の弾性コンプライアンス  $S$ 、圧電歪定数  $d$ 、誘電率  $\epsilon$ 、によって表される正方晶圧電素子を用いた例について、図 1 を用いて説明する。

## 【0015】

このような圧電歪定数をもつ P Z T 素子を (001) 面を膜面として用いる。(001) 面と  $x y z$  座標軸における  $z$  軸を同一方向に選ぶ。P Z T 素子をあらかじめ  $+z$  方向に分極処理しておく、 $+z$  方向に弾性板を重ねて形成した場合、 $+z$  方向の電界の印加により  $x$  方向における収縮を発生し、結果として  $-z$  方向への変位を生ずる。逆に  $-z$  方向の電界を印加すると  $x$  方向において伸張を示し、結果として  $+z$  方向への変位を生ずる。

## 【0016】

## 【数 1】

$$S = \begin{pmatrix} 0.1243 & -0.0438 & -0.0761 & 0 & 0 & 0 \\ -0.0438 & 0.1243 & -0.0761 & 0 & 0 & 0 \\ -0.0761 & -0.0761 & 0.1566 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.3399 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3399 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.3382 \end{pmatrix} \times 10^{-10}$$

$$d = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -0.1360 \\ 0 & 0 & 0.1360 \\ 0 & 0 & 0.3370 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \times 10^{-9}$$

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} 0.1692 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1692 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1571 \end{pmatrix} \times 10^{-7}$$

## 【0017】

弾性板として適当な弾性定数をもつ材質を選択することにより、アクチュエータとして適量の変位を得ることが可能である。

## 【0018】

図1に従来のスイッチング素子斜視図として示す例においては、圧電素子である強誘電体素子23、および弾性板22が重ねて形成され、基板6上に固定部26によって固定されることにより、アクチュエータの一端が力学的に固定され、他端が自由であるような、いわゆる、片持ち梁構成のアクチュエータが形成され

る。電源 21 により強誘電体素子膜の両面に形成される電極膜（図示しない）を通じて、膜面に垂直な  $-z$  方向の電界を印加することにより、 $x$  方向における伸張を生じる。この伸張は一方の固定端の存在により、多端にモーメントを生じさせ、その結果、アクチュエータは図 1 のように変位する。このような変位の特徴は、可動部の両端が固定される両持ち梁構成においては、モーメントを発生することができないので現れない。

#### 【0019】

そこで、本発明のひとつの形態においては、アクチュエータ両端における固定部が基板と連結するようにパターンニングされた両持ち梁構成の一本の可動部が設けられる。可動部は圧電素子膜、電極、弾性板、および絶縁層からなる。電極は可動部上で 2 つの部分に分割され、それぞれの電極には極性が反対の電圧が印加される。図 4 に本発明によるスイッチング素子斜視図を示す。アクチュエータ、すなわち可動部 1 は固定部 26 において基板 6 と連結する。基板 6 にはスペーサ 14 を介して RF 信号ラインを含む上部基板 15 が密着する。上部基板 15 は高周波回路に連結する端子 12 と送受信アンテナ 11 を電氣的に接続するためのギャップ電極 13 を含む。

#### 【0020】

図 5 は可動部 1 および固定部 26 を横切る断面を見た本発明によるスイッチング素子断面図である。可動部 1 の最上面はコンタクト電極 31 が形成されており、可動部の変位によってコンタクト電極 31 がギャップ電極 13 のギャップに接触することにより、RF 回路とアンテナが短絡する。

#### 【0021】

可動部 1 は強誘電体素子 23 とそれに電界を与えるための下部電極と上部電極から構成される。図 2 は本発明による電界印加用電極（下部電極）の正面図を示す。下部電極は可動部 1 の長手方向の概略 1/4、3/4 の位置で分割され、下部電極における LOW 電極 7 と下部電極における HIGH 電極 8 からなる。それぞれの電極は配線部を通じて下部電極における LOW 電極のコンタクト 2 および下部電極における HIGH 電極のコンタクト 3 と接続する。図 3 は本発明による電界印加用電極（上部電極）の正面図を示す。上部電極は、下部電極と同様の形

状に分割され、上部電極におけるLOW電極10および上部電極におけるHIGH電極9を形成する。それぞれの電極は配線部を通じて上部電極におけるLOW電極のコンタクト4および上部電極におけるHIGH電極のコンタクト5と接続する。下部電極と上部電極とにおいて、下部電極におけるLOW電極7と上部電極におけるHIGH電極9で一对をなし、下部電極におけるHIGH電極8と上部電極におけるLOW電極10で一对をなす。下部電極におけるLOW電極7と下部電極におけるHIGH電極8は好ましくは絶縁層により被覆される。同様に、上部電極におけるLOW電極10と上部電極におけるHIGH電極9は好ましくは絶縁層により被覆される。

#### 【0022】

図6は本発明によるスイッチング素子の変位状態を表す断面図である。LOWはゼロ電位を、HIGHは正の電位を表す。下部電極におけるLOW電極7および上部電極におけるHIGH電極9に挟まれた空間においては、図中下向きの電界が与えられるので、圧電素子は伸張を呈し、下に凸な形に変形する。一方、下部電極におけるHIGH電極8および上部電極におけるLOW電極10に挟まれた空間においては、図中上向きの電界が与えられるので、圧電素子は収縮を呈し、上に凸な形に変形する。両方の効果が組み合わさり、全体として最大高さを持つように変位部が変形する。

#### 【0023】

このような電界の印加方法を用いると、変位部の概略中央部に変曲点が形成されることから、最大変位の部分がほぼ水平となるという効果を有する。この特徴は、高周波回路とアンテナを短絡しようとするときに、最大変位部とギャップ電極との、より良好な接触を実現するという利点をもたらす。

#### 【0024】

このように、本発明は、変位部の両端が固定されているため、膜状の変位部を形成しても、片持ち梁構成では課題であった膜反りが抑制されると同時に、片持ち梁構成のスイッチと同様な変位量を得ることができるという効果を有する。さらに、本発明は、変位部に変曲点を持つことから、RF回路の短絡部におけるより良好な接触を実現するという効果を有する。

## 【0025】

本発明の別の形態においては、前記変位部を3つ組み合わせてさらに、変位量を大きくすることができる。図8に本発明による別の形態におけるスイッチング素子の斜視図を示す。第一の変位部1は2本からなる第二の可動部61および62の概略中央で第二の可動部61および62と連結する。固定部26は第二の可動部61および62のみに設けられ、基板6と連結する。

## 【0026】

図7に本発明による別の形態におけるスイッチング素子の正面図を示す。上部電極は同様の形状で、下部電極と対をなす。電極はそれぞれの可動部において、前記の形態と同様に形成される。この形態においては、第二の可動部の概略中央部において、第一の可動部が接続するため、第一の可動部の最下点が第二の可動部の最大変位部となる。すなわち、第一の変位部は第二の変位部の最高点から相対的に変位する。従って、第一の変位部の基板からの絶対変位量は第二の変位部を持たない場合よりも、さらに大きくなるという効果がある。

## 【0027】

本発明の別の形態においては、前記圧電素子が薄膜プロセスによって形成されることを特徴とする。圧電素子が薄膜であることにより、低い電圧でも高い電界強度を得ることが可能となり、特に移動電話に用いる際に通常要求される低電圧駆動の条件を満たすという長所をもつ。また、薄膜プロセスを用いることにより、同様に要求される小型化、低価格化をも同時に満足する。

## 【0028】

## 【実施例】

## (実施例1)

本発明の好適な実施例を図5、図6、および図7を用いて以下に説明する。ここで図5は本発明によるスイッチング素子断面図、図6は本発明によるスイッチング素子の変位状態を表す断面図、図7は本発明による別の形態におけるスイッチング素子の正面図である。単結晶MgO基板6上にPt層の下部電極におけるLOW電極7、下部電極におけるHIGH電極8、および下部電極におけるLOW電極のコンタクト2、下部電極におけるHIGH電極のコンタクト3をフォト

リソグラフによりパターニングし、その上に圧電素子として強誘電体素子 23 を  $1\mu\text{m}$  成長させた。続いて、Cr 層の上部電極における HIGH 電極 9, 上部電極における LOW 電極 10 および上部電極における HIGH 電極のコンタクト 5, 上部電極における LOW 電極のコンタクト 4 を形成した。絶縁層としての機能を兼ね備える  $\text{SiO}_2$  層の弾性板 22 を  $1\mu\text{m}$  成膜し、最後に RF 回路とアンテナを短絡させるための接触電極 13 を Ti 層により形成した。PZT 層の可動部を形成するために、MgO 基板を熱燐酸によりエッチングし、キャビティ 65 を形成した。

#### 【0029】

アクチュエータの形状として、図 4 に示すような、ただ一つの可動部をもつものを、上記方法によって作製した。素子外寸は  $1\text{mm}$  の正方形で、可動部は長さ  $0.8\text{mm}$ 、幅  $0.1\text{mm}$  となるよう形成した。このアクチュエータにおいて、上部および下部電極に  $3\text{V}$  の電圧を印加して、レーザードップラー装置により、その最大変位を計測した。その結果、変位部中央において約  $4.4\mu\text{m}$  の最大変位を得た。最大変位までの応答速度はおよそ  $40\mu\text{s}$  であった。挿入損失は周波数が  $2\text{GHz}$  において約  $0.2\text{dB}$ 、 $20\text{GHz}$  において約  $0.5\text{dB}$  であった。アイソレーションは周波数  $2\text{GHz}$  において約  $50\text{dB}$ 、 $20\text{GHz}$  において約  $40\text{dB}$  であった。

#### 【0030】

##### (実施例 2)

図 8 は本発明による別の形態におけるスイッチング素子の斜視図である。この別の実施例として、図 8 に示すような、二つの可動部をもつものを、上記と同様な方法によって作製した。弾性板には  $1\mu\text{m}$  厚のポリイミドを用いた。素子外寸は  $1\text{mm}$  の正方形で、可動部は長さ  $0.8\text{mm}$ 、幅  $0.1\text{mm}$  とした。第一の可動部は一对の第二の可動部の中央部で連結するようにパターニングした。このアクチュエータにおいて、上部および下部電極に  $3\text{V}$  の電圧を印加したところ、第一の可動部の中央部において、 $6.5\mu\text{m}$  の最大変位を得た。応答速度はおよそ  $60\mu\text{s}$  であった。挿入損失は周波数が  $2\text{GHz}$  において約  $0.2\text{dB}$ 、 $20\text{GHz}$  において約  $0.5\text{dB}$  であった。アイソレーションは周波数  $2\text{GHz}$  におい

て約 50 dB、20 GHz において約 40 dB であった。

#### 【0031】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によるスイッチング素子は、従来、半導体スイッチにおいて課題であった、高周波帯域での挿入損失を低減することを可能とする。また、本発明は、従来のマイクロマシンスイッチにおいて課題であった、膜反りの解決と変位改善という両立しない課題を一度に改善する効果を有する。さらに、本発明は、アクチュエータに変曲点を持たせることにより、スイッチ接点における良好な接触をもたらし、低い電気抵抗を有するという効果を有する。

#### 【0032】

なお、上記の例は、好適な例を示したにすぎず、本発明による電界印加方法は、いかなる形状のアクチュエータにも適用可能である。また、電界印加方法は直流であっても交流であってもよい。さらに、圧電素子としては上記のような材質で圧電パラメータをもつものを選んだが、どのような圧電材料であっても、どのような圧電パラメータであっても、電界方向の正しい選択により、同様の効果が得られることは言うまでもない。さらに、弾性板の選択もスイッチの設計によって任意であって、圧電素子との適当な組み合わせにより、上記と同様な効果が得られる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

従来のスイッチング素子斜視図

##### 【図 2】

本発明による電界印加用電極（下部電極）の正面図

##### 【図 3】

本発明による電界印加用電極（上部電極）の正面図

##### 【図 4】

本発明によるスイッチング素子斜視図

##### 【図 5】

本発明によるスイッチング素子断面図



## 【図 6】

本発明によるスイッチング素子の変位状態を表す断面図

## 【図 7】

本発明による別の形態におけるスイッチング素子の正面図

## 【図 8】

本発明による別の形態におけるスイッチング素子の斜視図

## 【符号の説明】

- 1 可動部（第一の可動部）
- 2 下部電極におけるLOW電極のコンタクト
- 3 下部電極におけるHIGH電極のコンタクト
- 4 上部電極におけるLOW電極のコンタクト
- 5 上部電極におけるHIGH電極のコンタクト
- 6 基板
- 7 下部電極におけるLOW電極
- 8 下部電極におけるHIGH電極
- 9 上部電極におけるHIGH電極
- 10 上部電極におけるLOW電極
- 11 アンテナ
- 12 RF回路への端子
- 13 ギャップ電極
- 14 スペーサ
- 15 上部基板
- 21 電源
- 22 弾性板
- 23 強誘電体素子
- 24 分極方向
- 26 固定部
- 31 コンタクト電極
- 61 第二の可動部

6 2 第二の可動部

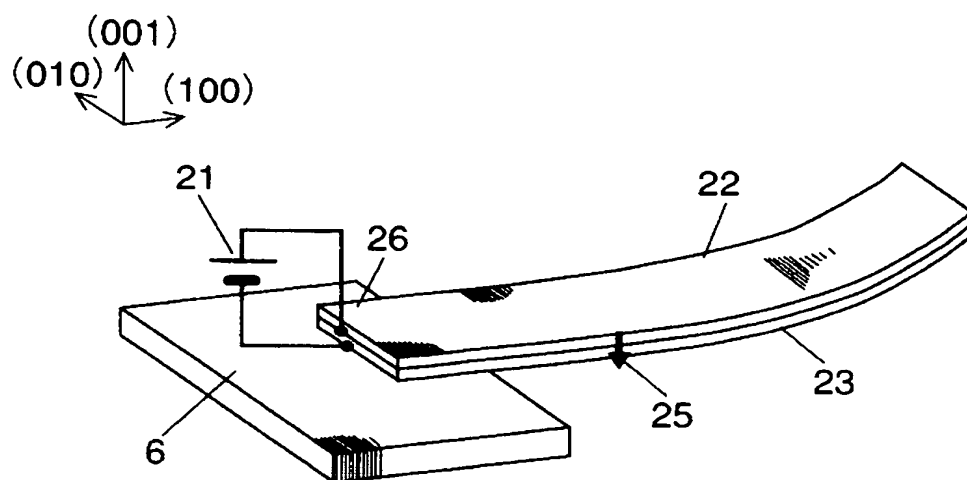
6 3 引出し線

6 4 引出し線

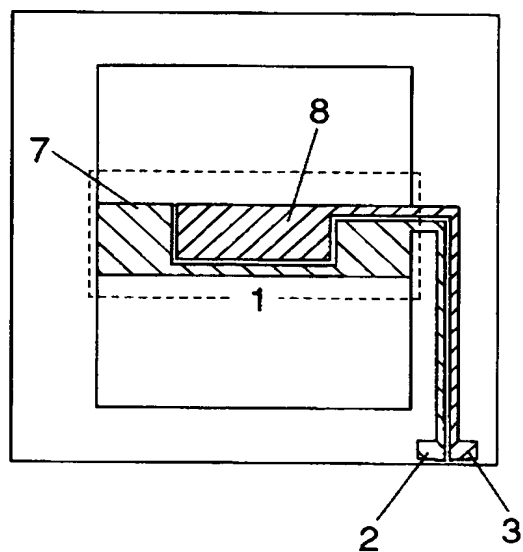
6 5 キャビティ

【書類名】 図面

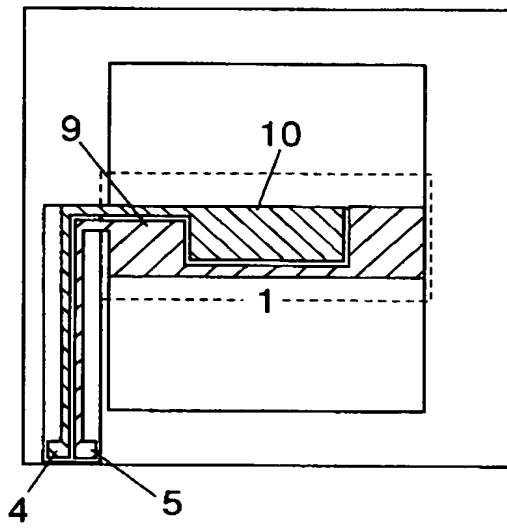
【図 1】



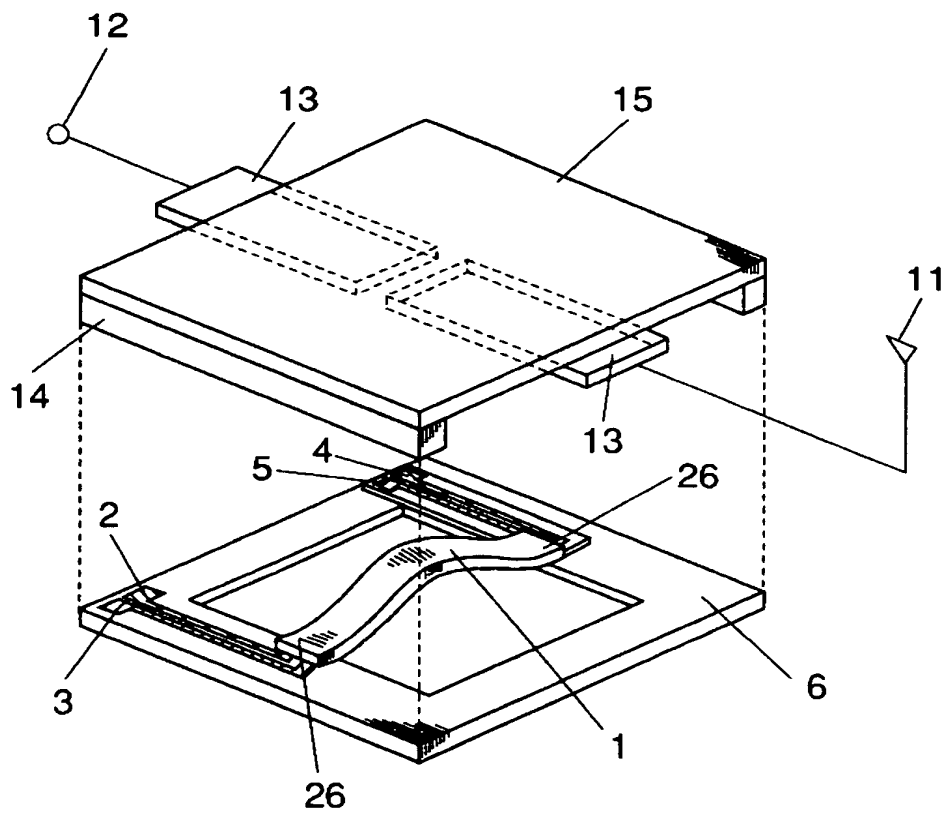
【図 2】



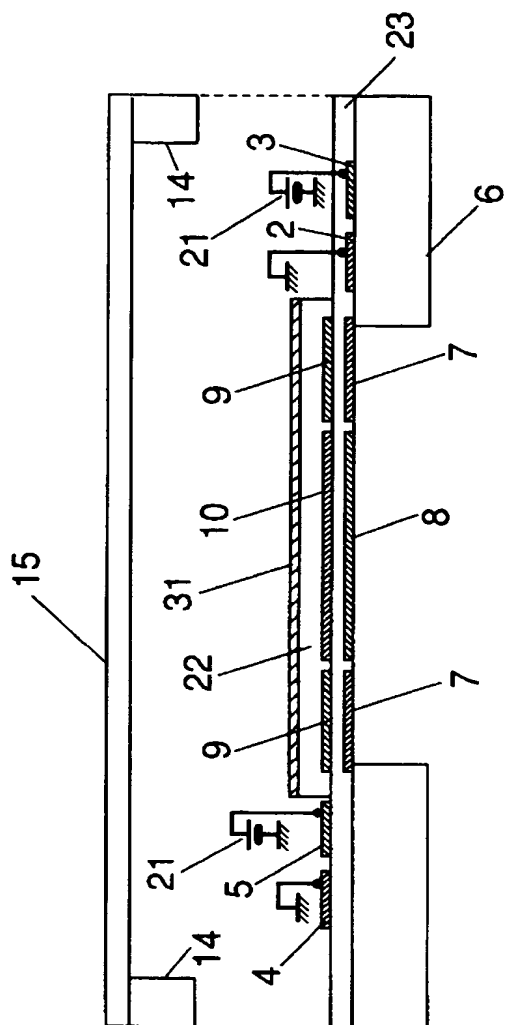
【図 3】



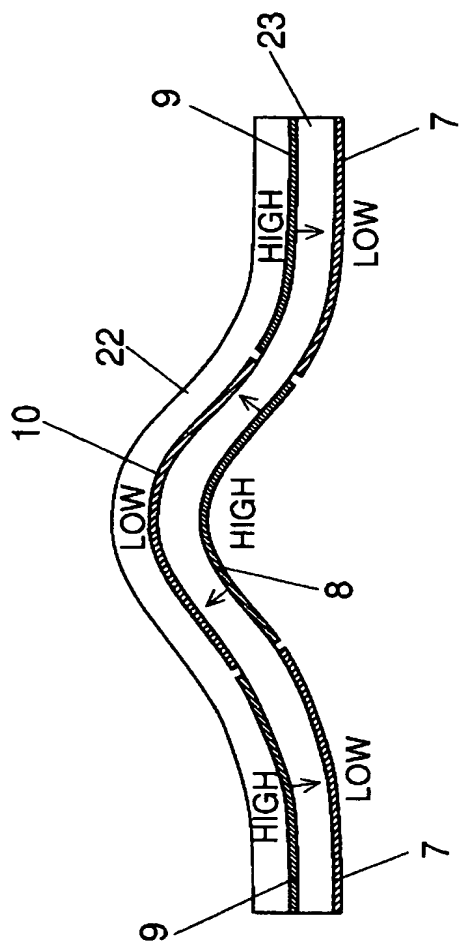
【図 4】



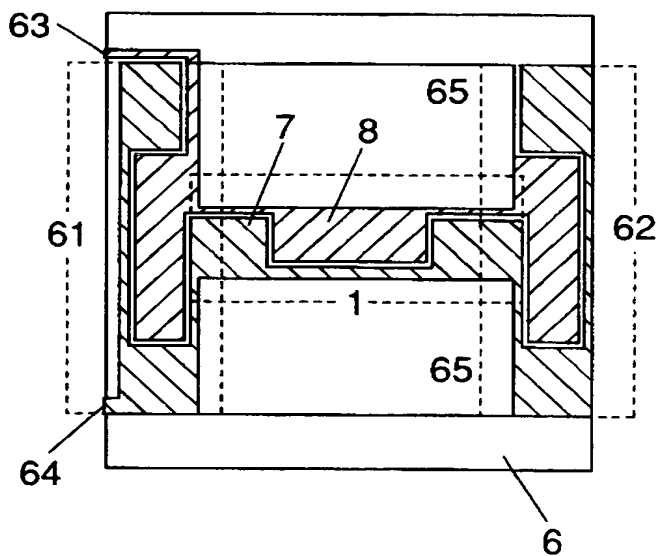
【図 5】



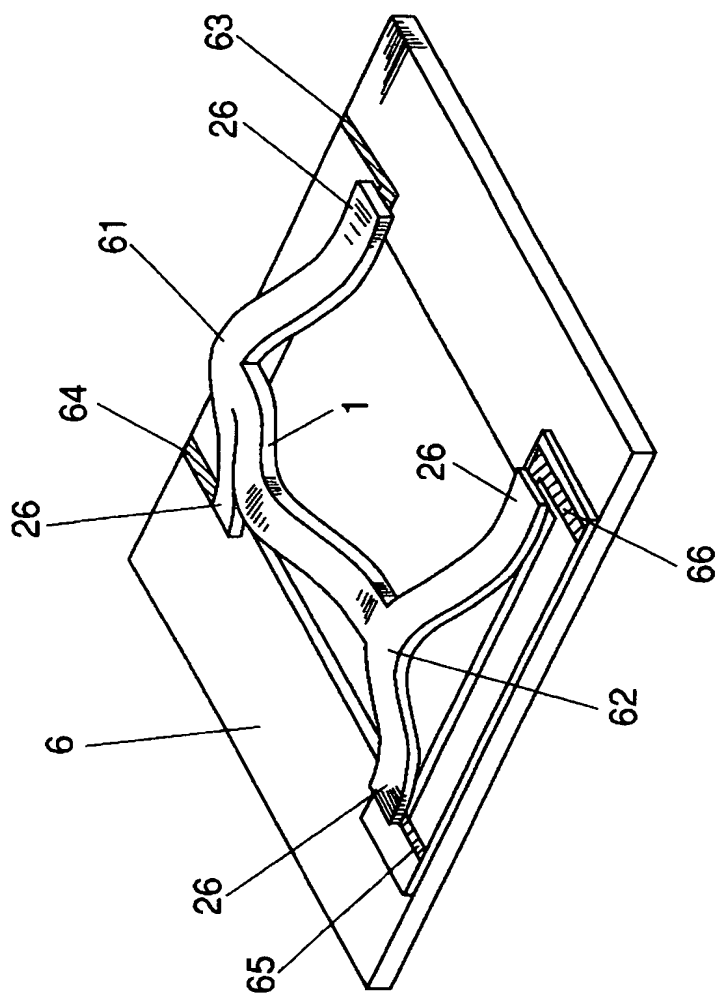
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の半導体型RFスイッチにおいては、高い周波数帯域において、求められる挿入損失と絶縁性を満足していなかった。また、従来の静電型RFスイッチにおいては、挿入損失は小さいが、機械的なスイッチングに必要な実用的な変位量をうめるためには、数10～100Vの電圧が必要であり、コストアップの問題があった。さらに、従来の圧電型RFスイッチは、低電圧で挿入損失が小さいが、素子の反り量が大きいという問題、および変位量が小さいという課題を有していた。

【解決手段】 本発明は、圧電素子を用いたRFスイッチにおいて、前記圧電素子に電界を印加するための複数の電極対における電界が、隣り合う電極対において概略反対方向であるように印加されることを特徴とする電界印加方法を用いる。

【選択図】 図4



特願 2 0 0 2 - 3 1 3 8 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社